

【研究のきっかけ】

ぼくは趣味で植物を育てていたので、植物の生育にもともと興味がありました。特に日差しが強かったり温度が高かったり適度に水をあげていたら、よく育つということを知っていましたが、種から育てることが多かったせいかなかなか育たないので、どうしたらよく育つかいつも考えていました。

そんなとき、1学期の終わりに学校で「植物と光の関係」について学びました。じゃがいもの葉をアルミニウムでくるんで太陽を当てたものと、そのままの葉のできるでんぷんの量をヨウ素液で調べるという実験で、太陽の光が当たることによって栄養がつけられることがわかりました。

そこで、いったい太陽の光全部が必要なのかということに疑問を持ちました。

【仮説】

植物が光合成をするのに必要な光は、葉の色からして日光の中の「緑色」だと考えました。

【研究方法】

光の色の違いを調べるために、光の三原色である「赤」「青」「緑」の光をあてることにしました。紫外線や赤外線もあてようと思いましたが、紫外線は取り出せないし、赤外線は赤の光と同じことなので、やめました。

使う植物は、今の時期に種まきできて早く育つ野菜から選んだ「小松菜」と、水草の「オオカナダモ」の2種類で実験をすることにしました。

植物の呼吸 酸素＋糖 → 水＋二酸化炭素

植物の光合成 水＋二酸化炭素 → 日光が必要 → でんぷん＋酸素

呼吸より光合成の方が盛んに行われているので、光合成が行われれば酸素が増えるのではないかと考えました。

【研究装置】

研究装置Ⅰ（8/11～）

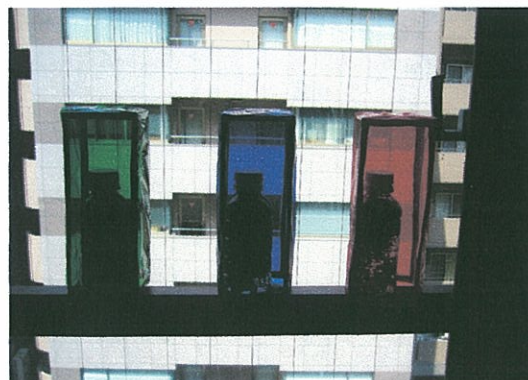
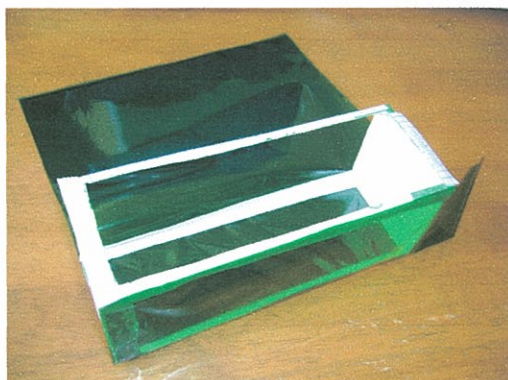
牛乳パックをひっくりかえして、上（牛乳パックの底にあたる）にLEDという特別な色のライトをとりつけた装置です。LEDとは、特定の色だけしか出さないライトで、消費電力も少なく熱ももたず安全なので、使うことにしました。

この装置の中にオオカナダモとたっぷりの水を入れたペットボトルや、小松菜の苗をペットボトルに植えたものを入れました。



研究装置Ⅱ（8/15～）

牛乳パックの角を残し大きな窓のようにきりとったものに、赤、青、黄のセロファンをそれぞれ貼り、電話ボックスのような形の箱をペットボトルにかぶせ、日光のあたるところにおきました。



【実験1～4、観察1，2】

実験1

【小松菜】 育つきおいや葉の大きさなどを比べる。

- 8/11 プランターに種をまき、芽が出るのを待つことにしました。
- 8/14 ひよろひよろの芽が出ました。日当たりのよいところにうつして、もう少し大きくなるまで待つことにしました。
- 8/20 あまり育たないので、もう少し様子を見ることにしました。
- 8/27 ここ1週間は曇りか雷雨の日が続き、一日しか太陽が出ませんでした。
やっとある程度の大きさ（10cmぐらいでちょっと本葉がでている）になったので、ペットボトルの上をきりとったものに植え替えてオオカナダモと同じように光をあてて実験することになりました。
- 8/30 ダニが大量発生しているのをみつけて、すぐに袋につつんで捨て、小松菜はあきらめることにしました。発芽からの育ちが悪かったのは、どこからかきたのか、種に卵がついていたのかなどの何らかの理由でダニにやられていたなのかもしれません。
- 小松菜の実験はあきらめることにしました。

実験2

【オオカナダモ】 光合成により発生した酸素が上にたまる量を比べる。

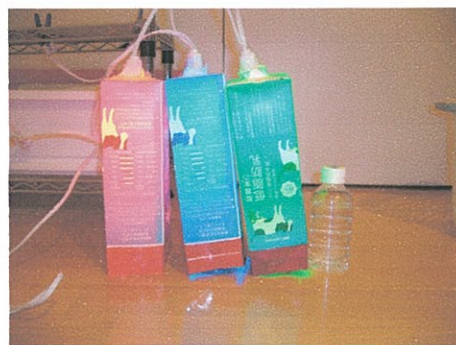
8/11

小さなペットボトルを4本準備しました。オオカナダモは同じ量になるように3等分しました。水はペットボトルの上まで入れました。

- ① オオカナダモが育てられていた水のみ
- ② ①の水+オオカナダモ+赤の光
- ③ ①の水+オオカナダモ+青の光
- ④ ①の水+オオカナダモ+緑の光



場所は、光が当たらず室温が約30度の玄関に置くことし、一日中光をあてました。



8 / 14

光合成が行われていれば、酸素が発生して上にたまるので、その量を比べようと思いましたが、違いがわかりませんでした。

そこで、別の方法を考えました。

実験 3

水草は水に溶けている二酸化炭素を使って光合成を行っているということと、二酸化炭素は水に溶けると炭酸水になり酸性になるという性質を利用して、酸性か中性かアルカリ性かを調べるBTB溶液やPH測定薬を使うことにしました。

BTB溶液とは

酸性の水溶液に混ぜると黄色

中性の水溶液に混ぜると緑色

アルカリ性の水溶液に混ぜると青色

に色が変化する液体です。

pH測定液とは、

酸性… pH ~ 4、5 で赤色

pH 6 でおうど色

中性… pH 7 で緑色

アルカリ性… pH 8、9 で濃い緑色

pH 10 ~ で紺色

に色が変化する液です。

8 / 20

水の量は、変化がありませんでした。

緑、赤、青の順にペットボトル内の水はすんでいました。赤と青はそんなに差がありませんでしたが、緑は少し濁って見えました。

ペットボトル内の水を試験管に同じ量だけとって、BTB溶液をそれぞれ3滴混ぜて調べました。

< BTB溶液による色の変化 >

水草のっていない水… 緑色

赤い光をあてた水草の水… 緑色に近い青色

青い光をあてた水草の水… 緑色に近い青色

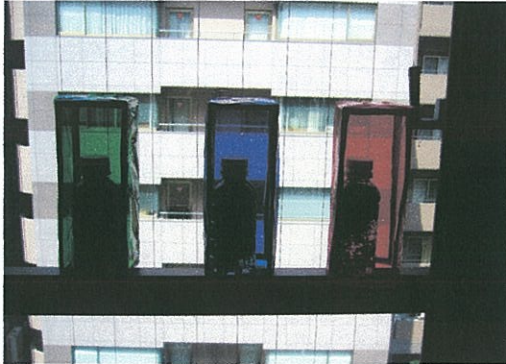
緑の光をあてた水草の水… 黄色に近い緑色



光合成があまり起こらない原因の1つとして、光が弱いのではないかと考えました。

そこで、太陽が出ているときはセロファンで覆った穴のあいた牛乳パックをかぶせ（研究装置②）、太陽が出ていないときはLEDライトをあてる（研究装置①）ことにしました。

昼



夜



8/27 ここ1週間は曇りか雷雨の日が続き、一日しか日が出ませんでした。

水の量は、変化がありませんでした。しかし、緑の光を当てていた水草が腐ってきて水が濁っていました。

ペットボトル内の水を試験管に同じ量だけとって、BTB溶液をそれぞれ3滴混ぜて調べてみると、色の変化が見られました。

<BTB溶液によるの色の変化>

水草の入っていない水… 緑色

赤い光をあてた水草の水…緑色に近い青色

青い光をあてた水草の水…緑色に近い青色

緑の光をあてた水草の水…黄色に近い緑色



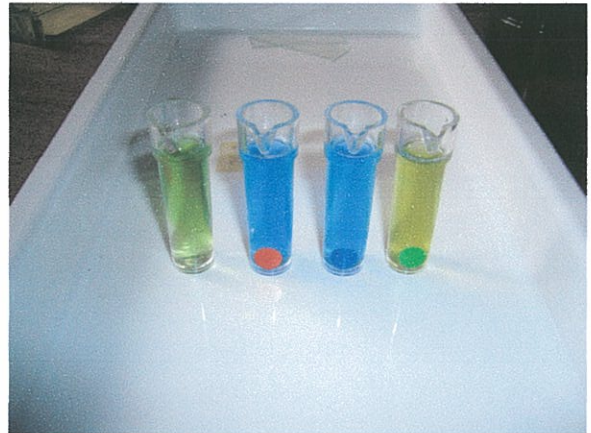
8/31 快晴でした。

水の量は、やはり変化がありませんでした。緑の光を当てていた水草の水はさらに濁っていました。

ペットボトル内の水を試験管に同じ量だけとって、BTB溶液やPH測定液をそれぞれ3滴混ぜて調べました。BTB溶液を入れると、すぐく変化してきれいな青色になったので少し驚きました。一瞬、実験失敗かと思いましたが、調べてみると緑ではなく青になった方が成功だということがわかり安心しました。

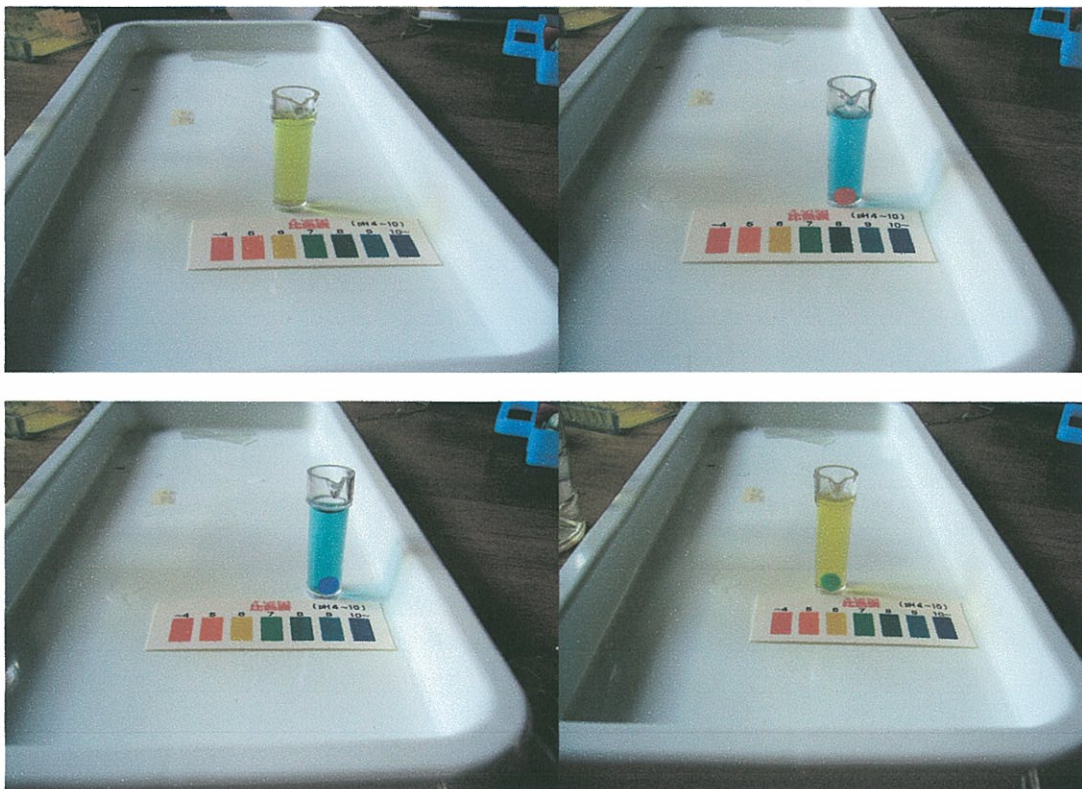
< BTB溶液による色の変化 >

- 水草の入っていない水… 緑色
- 赤い光をあてた水草の水… 青色
- 青い光をあてた水草の水… 青色
- 緑の光をあてた水草の水… 黄色に近い緑色



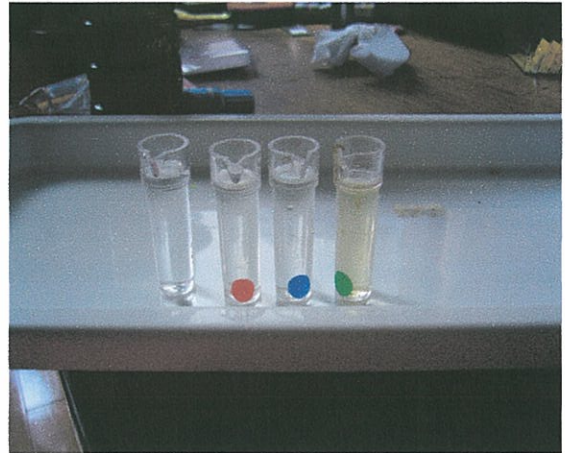
< PH測定液による色の変化 >

- 水草の入っていない水… p h 7 緑色
- 赤い光をあてた水草の水… p h 8.5 青色
- 青い光をあてた水草の水… p h 9 青色
- 緑の光をあてた水草の水… p h 6 黄土色



観察 1

水草の入っている水の透明度をみてみました。緑の光をあてた水は、かなりにごっていました。赤と青の光をあてた水はきれいでした。



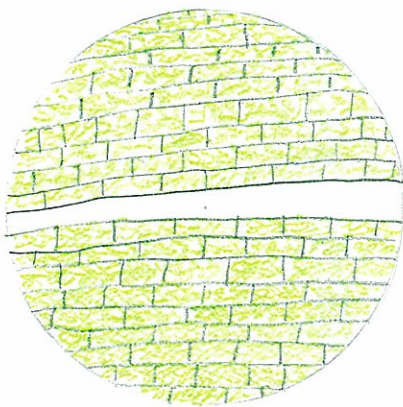
観察 2

緑の光をあてた水草は色素が抜けてしまっていたので、葉の様子をみてみることにしました。顕微鏡で葉の様子をスケッチしました。

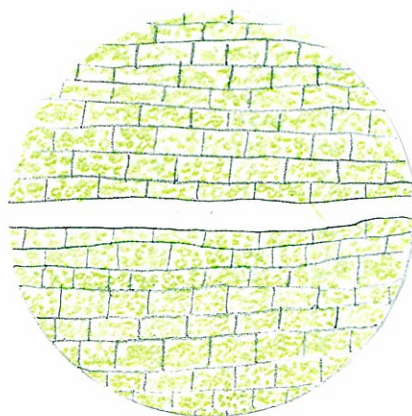
赤…葉緑体の数がすごく多く、また葉の色が濃い緑色でした。

青…赤ほどではないが、葉緑体の数は多かったです。

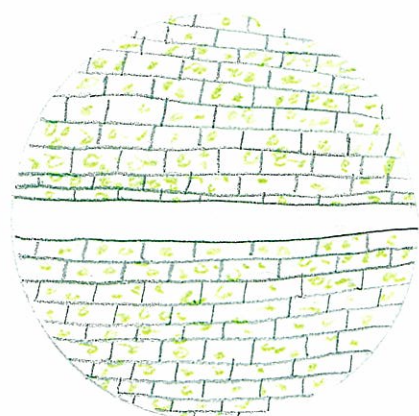
緑…葉脈はすっかり細くなり、葉緑体もところどころしかなく、とても少なかったです。また、葉緑体一つ一つの粒が小さく、色が薄かったです。



赤い光



青い光



緑の光

実験4

顕微鏡でみた葉緑体の数がちがったので、光が葉緑体にどのように関わっているのかを調べてみようと思って、オオカナダモの葉緑体を取り出して光をあててみることにしました。

オオカナダモをすり鉢ですり、エタノールに入れると、葉緑素入りの緑色の液体ができました。比較のために、緑色の絵の具をエタノールに溶かした緑色の液体もつくりました。これにペンライトの光をあててみました。

葉緑素入りのエタノールは、光をあてると赤い色が見えました。といっても、全体が赤くなったのではなくて、光をあてた部分の水面だけが丸く赤く見え、他は全体的に緑に光が分散してみえました。青の光は見えませんでした。

絵の具入りのエタノールは、光をあてても光の色はかわらないです。絵の具はエタノールの中に粒で液体の中に浮いているだけなので、その粒が光りを反射したのだと思います。

葉緑素入り



絵の具入り



【結果】

①判定薬による反応結果

実験開始 8/11	水のみ	赤の光	青の光	緑の光
8/20 B T B 溶液	緑	緑に近い青	緑に近い青	黄に近い緑
8/27 B T B 溶液	緑	緑に近い青	緑に近い青	黄に近い緑
8/31 B T B 溶液	緑	青	青	黄に近い緑
8/31 p h 測定液	p h 7 緑	p h 8.5 青	p h 9 青	p h 6 黄土

8/11～8/20 は、実験装置 I (LED)

8/20～8/27 は、実験装置 II (太陽光。ただし、晴れたのは一日。)

8/27～8/31 は、昼は実験装置 II で夜は実験装置 I。

②観察結果

観察 (8/31)	赤の光	青の光	緑の光
透明度	透明	透明	濁っている
葉脈 (顕微鏡)	葉緑体の数がとても多い 葉の色が緑	葉緑体の数が多い。 葉の色が緑	葉緑体はほとんどない。 葉脈が細い
葉の様子	育っている	育っている	腐っている

・葉緑体入りのエタノールに光を当てたら、光が分解されてライトをあてた一部分だけ赤くなりました。あとは全体的に緑でした。でもその理由はよくわかりませんでした。

<赤と青の光をあてた場合>

呼吸より光合成の方が盛んに行われたので、二酸化炭素が減って、水がアルカリ性になりました。水草の葉緑体も増えてよく育ちました。赤と青ではどちらかという赤の光の方が光合成が多く行われました。

<緑の光をあてた場合>

光合成があまり行われず、呼吸がほとんどだったので、二酸化炭素が増えて、水が酸性になりました。水草の葉緑体はほとんどぬけてしまいました。栄養がつかられず、どんどん消費されるので最終的に死んでしまったのだと思います。

これらのことから、

赤が一番光合成に必要で、青もある程度必要であるが、緑は光合成には必要ではない。植物は光から赤と青の光エネルギーだけを吸収する ということがわかりました。

【考察】

ぼくの仮説は大きくくつがえされました。

もしかしたら、赤や青の光は葉緑体に刺激を与えているのかもしれないです。

もともと水の中にいたミジンコなどの動物プランクトンが赤の光をあてた水に最も多くいました。このことから、赤の光をあてた水草がたくさん酸素を生み、それによって動物プランクトンが増加し、二酸化炭素を増やしたことで、水草がさらに光合成が激しく行われたという循環があったのかもしれないです。緑色の光を当てた水には1匹もみつからなかったです。光合成よりも呼吸の方が多く行われてしまい、最終的に二酸化炭素だらけになって、植物も動物プランクトンも生きていけなくなってしまうのかもしれないです。

また、光合成がよく行われた赤や青の光は水の濁りがほとんど消えたので、赤や青の光を水草にあてることによって、濁った水を浄化することもできるのではないかと思います。